



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 39 027.7

**Anmeldetag:** 10. August 2000

**Anmelder/Inhaber:** Schott Glas, Mainz/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Biegen von Glaskeramikplatten und  
Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

**IPC:** C 03 B 23/023

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. August 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

wehner

08.07.01



p1415

08. August 2000

wi/per

G:\JBFUL\SGWWPT\ALL0841

Schott Glas

Hattenbergstraße 10

55122 Mainz

---

Verfahren zum Biegen von Glaskeramikplatten  
und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

---

Verfahren zum Biegen von Glaskeramikplatten  
und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

**Beschreibung:**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Biegen von Glaskeramikplatten durch Biegen der zu keramisierenden Grünglasplatten.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Bei verschiedenen Anwendungen von Glaskeramikplatten ist es notwendig, die Platten insgesamt oder Teile davon zu biegen. So ist es beispielsweise bekannt, gebogene Platten aus Glaskeramik als Vorsatzscheiben für Kaminöfen herzustellen. Auch ist es bekannt, Glaskeramikplatten bei der Anwendung als Kochflächen teilweise zu biegen, insbesondere im Randbereich.

Das Biegen von Glaskeramikplatten erfordert wegen der nicht einfachen thermischen Handhabung der forminstabilen heißen Grünglasplatten besondere Maßnahmen. Auch ist das Vorgeben definierter Biegeradien nicht unproblematisch. So sind beispielsweise bei der Herstellung von Vorsatzscheiben für Kaminöfen aus Glaskeramikplatten kleine Biegeradien, die typischerweise kleiner als 15 mm sind, zu realisieren.

Ein typisches Biegeverfahren zur Herstellung von gebogenen Glaskeramikplatten wurde beispielsweise in der FR 2 726 350 - A1 veröffentlicht. Es werden dabei gebogene Platten aus Glaskeramik generell

sowie in Anwendung für Kochflächen und ein Verfahren zur Herstellung einer gebogenen Glaskeramik-Kochfläche beschrieben.

Der Nachteil des bekannten Verfahrens ist, daß die zu biegende Grünglasplatte während des Biegeschrittes auf eine Temperatur zwischen  $400^{\circ}\text{C}$  und  $500^{\circ}\text{C}$  abfällt. Auf diese Weise können Spannungen während des Biegeschrittes und der nachfolgenden Abkühlphase der Biegezone eingefroren werden, die zu unvorteilhaften und ungewollten Verbiegungen durch auftretende Spanningskräfte in der gebogenen Platte führen können. Das äußert sich in einer Verschlechterung der Toleranzen und der Ebenheit der Platten, was insbesondere bei deren Anwendungen als Kochfläche zur Verschlechterung des Kochverhaltens führen kann.

Auch gelingt es mit dem beschriebenen Verfahren nicht, eine definierte Einstellung der Biegeradien zu erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs bezeichnete Verfahren zum Biegen von Glaskeramikplatten so zu führen bzw. die entsprechende Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens so auszubilden, daß die Platten spannungsfrei mit definierten Biegeradien gebogen werden können.

Diese Aufgabe wird ausgehend von dem Verfahren zum Biegen von Glaskeramikplatten durch Biegen der zu keramisierenden Grünglasplatten erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Biegeprozeß in einem beheizten Raum durchgeführt wird, dessen Temperatur 10 bis  $50^{\circ}\text{C}$  über der Transformationstemperatur des Grünglases der zu biegenden Platte liegt, indem die Grünglasplatten dort in mechanischen Wirkkontakt mit einem Formkörper gebracht werden, der auf die Raumtemperatur des Heißraumes temperiert ist sowie durch den geometrische Konturen entsprechend der Biegegeometrie vorgegeben werden, und indem die Biegezone zusätzlich beheizt wird.

Durch diese Maßnahme befinden sich die Spannungsrelaxationszeiten im Sekundenbereich und die durch den Biegeprozeß entstehenden Spannungen werden innerhalb kürzester Zeit abgebaut und können nicht mehr eingefroren werden. Dadurch können auch keine spannungsinduzierten Kräfte auftreten, die Toleranzen und Ebenheit der Platte beeinträchtigen.

Die Erfindung ermöglicht daher ein spannungsfreies Biegen von Glaskeramikplatten in Verbindung mit definierten Biegeradien.

Prinzipiell ist es gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung ausreichend, wenn die Grünglasplatte in der Biegezone von einer Seite zusätzlich beheizt wird.

Eine homogenere und schnellere Erwärmung in diesem Bereich läßt sich gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung erzielen, wenn die Grünglasplatte in der Biegezone von beiden Seiten zusätzlich beheizt wird.

Eine besonders intensive Erwärmung läßt sich erzielen, wenn die zusätzliche Beheizung in der Biegezone durch Gas/Sauerstoff-Brenner erfolgt.

Um die Erwärmung homogen zu gestalten, werden dabei die Brenner im Bereich der Biegezone entsprechend der Biegegeometrie bewegt. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn die Bewegung der Brenner oszillierend erfolgt.

Unterstützt werden kann die Erwärmung der Biegezone gemäß einer Weiterbildung der Erfindung, wenn zusätzlich zu den Gas/Sauerstoffbrennern mittels weiterer Wärmequellen, wie Elektrobeheizungen oder fokussierte IR-Strahler, die Biegezone beheizt wird.

Eine günstige, weil einfache Verfahrensführung läßt sich erzielen, wenn die Grünglasplatten auf einen als Werkstückträger ausgebildeten Formkörper aufgelegt werden.

Hinsichtlich der Vorrichtung zum Biegen von Glaskeramikplatten durch Biegen der zu keramisierenden Grünglasplatten gelingt die Lösung der Aufgabe mit einem Werkstückträger, der sich in einem Heißraum befindet, dessen Temperatur  $10^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  C über der Transformationstemperatur des Grünglases der zu biegender Platte liegt, sowie der auf diese Raumtemperatur temperiert und so ausgebildet ist, daß geometrische Konturen entsprechend der Biegegeometrie vorgebar sind, und mit Wärmequellen zur zusätzlichen Beheizung der Biegezone.

Dabei kann gemäß einer ersten Alternative die Vorrichtung so ausgebildet sein, daß ein einteiliger, feststehender Werkstückträger vorgesehen ist, dessen Kontur entsprechend der durchzuführenden Biegung geformt ist. Eine derartige Vorrichtung eignet sich insbesondere zum Biegen mittels Schwerkraftabsenkung.

Gemäß einer anderen Alternative kann die Vorrichtung so ausgebildet sein, daß ein mehrteiliger Werkstückträger vorgesehen ist, der aus mehreren Segmenten besteht, die zwecks Erzeugung der der Biegung entsprechenden Kontur gegeneinander beweglich angeordnet sind.

Eine derart ausgebildete Vorrichtung eignet sich insbesondere zum Aufwärtsbiegen, wobei mit Vorteil definierte Biegeradien und -verläufe erzielbar sind, wenn gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Segmente über einen Abwälzmechanismus mit einem Kreisabschnitt miteinander verbunden sind.

Anhand von zwei in den Zeichnungen dargestellten Vorrichtungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Biege-Verfahrens wird die Erfindung näher beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1        einen einteiligen, feststehenden Werkstückträger, der entsprechend der gewünschten Biegung der Grünglasplatte geformt ist, mit der noch ebenen Grünglasplatte im Figurenteil A und der gebogenen Grünglasplatte im Figurenteil B, und
- Fig. 2        einen zweiteiligen, beweglichen Werkstückträger, bei dem in der Biegezone zwei Trägerteile gegeneinander entsprechend der gewünschten Biegung bewegt werden, mit der ungebogenen Grünglasplatte im Figurenteil A und der gebogenen Grünglasplatte im Figurenteil B.

Die gemäß der Darstellung in beiden Figuren zu biegenden Grünglasplatten 1 werden auf bekannte Weise, z.B. durch Walzen eines Glaspstens, erzeugt, so daß diese Erzeugung der Grünglasplatte und deren thermische Behandlung hier nicht näher dargestellt werden müssen. Die zu biegenden Grünglasplatten 1 werden in einem beheizten Raum, dem Heiß- oder Ofenraum 2, dessen Temperatur  $10^{\circ}\text{C}$  bis  $50^{\circ}\text{C}$  über der Transformationstemperatur des Grünlasses liegt, auf einen Werkstückträger 3, der z.B. aus einem keramischen Werkstoff besteht, gelegt. Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 ist ein einteiliger, feststehender Werkstückträger 3 vorgesehen, der entsprechend der durchzuführenden Biegung geformt ist, d.h. dessen Oberfläche die Referenz für die gewünschte Form und Ebenheit der herzustellenden Glaskeramikplatte darstellt.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 2 ist ein zweiteiliger Werkstückträger 3 vorgesehen, dessen beide Teile (Segmente) 3 a und 3 b zwecks Erzeugung der

Biegung gegeneinander beweglich sind. Der Einfachheit halber ist dabei in Fig. 2 der Heißraum 2 nicht gesondert dargestellt.

Die Glaskeramikplatten für Kochflächen sind üblicherweise dekoriert und liegen deshalb nur mit der undekorierten Seite auf dem Werkstückträger, um eine Beschädigung des Dekors zu vermeiden.

Man unterscheidet dabei das Auf- und Abwärtsbiegen. Biegungen nach unten bedeuten, daß der Öffnungswinkel der gebogenen Platte, gemessen zwischen der Unterseite der Platte und der Form kleiner als  $180^\circ$  ist. Biegungen nach oben bedeuten, daß der Biegewinkel größer als  $180^\circ$  ist. Die Unterseite der Grünglasplatte besitzt in der Regel auf der Unterseite die bekannten, typischen Noppen. Sie kann aber auch glatt sein.

Die Ausführungsform nach Fig. 1 besitzt, wie bereits erwähnt, einen einteiligen, feststehenden Werkstückträger 3. Dieser Werkstückträger ist entsprechend der gewünschten Form des Grünlasses geformt. Die ebenen und abgewinkelten Flächen 1 a, 1 b, Radien, Radienverläufe 1 c und andere gewünschte Formen entsprechen den für das verformte Glas benötigten Toleranzen. Der Heißraum 2 und der Werkstückträger 1 sind auf  $10^\circ \text{ C}$  bis  $50^\circ \text{ C}$  über der Transformationstemperatur des Ausgangsglases temperiert.

Die Ausgangsglasplatte 1, hier im Kochflächenformat, wird mit Hilfe einer nicht dargestellten, bekannten Vorrichtung auf den Werkstückträger 3 aufgelegt. Nachdem das Glas eine homogene Temperatur angenommen hat, wird es gegen einen Anschlag 4 auf dem Werkstückträger 3 ausgerichtet. Sobald das Glas die Ofentemperatur erreicht hat, wird der Biegebereich zusätzlich mittels Gasbrennern 5 oder dergleichen auf die für die Verformung notwendige Temperatur erhitzt (typischerweise für eine Dauer von  $< 30 \text{ sec}$ ). Unter dem Einfluß der Schwerkraft legt sich das Glas an die Form des Werkstückträgers 3 an. Nach weniger als 3 min ist das Glas soweit erstarrt,



daß es beim Abnehmen von dem Werkstückträger 3 und Herausnehmen aus dem Ofenraum 2 keine weitere Verformung erfährt. Das Glas wird auf einem Träger abgelegt und kühlt auf Raumtemperatur ab.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 legt sich daher das partiell erhitzte, d.h. dort verformbare Glas aufgrund der Schwerkraft an den geformten Werkstückträger 3 an. Aus diesem Grund ist diese Variante vornehmlich für das Abwärtsbiegen geeignet. Es sind aber auch Biegungen nach oben bis etwa 200° darstellbar.

Die Ausführungsform nach Fig. 2 besitzt, wie bereits erwähnt, einen mehrteiligen, hier zweiteiligen, Werkstückträger 3. Wie die Fig. 2 zeigt, ist der Werkstückträger 3 längs der Biegezone in mindestens zwei Segmente 3 a, 3 b geteilt, die winkelmäßig gegeneinander bewegt werden können. Abhängig von dem gewünschten Radius oder Radiusverlauf mit entsprechendem Winkel werden die beweglichen Werkstückträger-Segmente 3 a, 3 b in der dafür notwendigen Weise verfahren. Diese Bewegung kann auf rein mechanische Weise aber auch über NC-Achsen erfolgen.

Die Fig. 2 zeigt dabei eine mechanische Vorrichtung, die mit der Grünlasplatte 1 unter einem bestimmten Radius in verschiedene Winkel aufwärts gebogen werden kann. Bei dieser Vorrichtung ist das feststehende Segment mit dem beweglichen Segment 3 b über einen Abwälzmechanismus 6 verbunden.

Während des Biegevorganges dreht das bewegliche Segment 3 b des Werkstückträgers 3 nicht um einen festen Punkt, sondern wälzt sich über einen Kreisabschnitt des Abwälzmechanismus 6 auf dem feststehenden Segment 3 a des Werkstückträgers ab. Besitzt das Glas während des Biegevorganges die entsprechende Viskosität, entspricht der Biegeradius des Glases dem Radius des Abwälzkreises. Um Schlupf auszuschließen, können z.B. Kreisabschnitt

und Abwälzfläche verzahnt oder auch mit einer Umschlingung ausgestattet sein. Da die Abrollebene in der Ebene der Glasauflegefläche liegt, kann somit das Glas ohne Relativbewegung zur Werkzeugträgerfläche bewegt werden. Die Ausrichtung des Glases wird über Anschläge 4 definiert.

Mit Modifikationen dieser Vorrichtung ist es möglich, verschiedene Radiengrößen auf- sowie abwärts zu biegen.

Wird das bewegliche Segment 3 b des Werkstückträgers 3 mittels NC-Achsen verfahren, ist eine hohe Flexibilität gegeben. Auf- sowie Abwärtsbiegen, verschiedene Radien auch Radienverläufe mit entsprechend unterschiedlichen Winkeln sind dann alle in einer Vorrichtung darstellbar.

Im übrigen entspricht die Handhabung der Grünglasplatte dem, was im Zusammenhang mit der Fig. 1 ausgeführt wurde, einschließlich der Erwärmung durch einen Gasbrenner oder dergleichen.

Eine besondere Bedeutung kommt bei beiden Ausführungsvarianten der Erwärmung in der Verformungszone zu.

In der beschriebenen Anlage wird die zu verformende Zone mittels gekühlten Gas/Sauerstoffbrennern 5 erwärmt, die innerhalb des Ofenraumes 2 angeordnet sind. Die Anlage und der Betrieb der Gasbrenner 5 wird durch entsprechende Sicherheitseinrichtungen geschützt.

Die Brenner sind parallel zur Verformungszone ausgerichtet und können parallel und senkrecht zur Verformungszone, beispielsweise einer Biegelinie, bewegt werden. Die Bewegungen können einmalig oder oszillierend entsprechend der Breite des zu verformenden Bereiches ausgeführt werden. Entsprechend der Art der Biegung oder Umformung sind neben einfachen

oszillatorischen Bewegungen ebenfalls komplexere zusammengesetzte Bewegungskurven möglich.

Zusätzlich zu den Gas/Sauerstoffbrennern sind weitere Erwärmungsmethoden, wie Elektroheizungen und fokussierte IR-Strahler einsetzbar.

Beim Biegen auf den Werkstückträgern 3 wird der Bereich der Verformungszonen mindestens von einer Seite erwärmt. Um eine homogenere und schnellere Erwärmung in diesem Bereich zu erreichen, ist die zusätzliche Beheizung der gegenüberliegenden Glasseite denkbar. Diese zusätzliche Beheizung kann in die Werkstückträger 3 eingesetzt werden. Bei mehrteilig beweglichen Werkstückträgern kann durch die Lücke zwischen den beweglichen Werkstückträgersegmenten 3 a, 3 b Wärme zugeführt werden.

Beim Erwärmen mittels Gas/Sauerstoffbrenner ist das Brennergemisch hinsichtlich Menge und Zusammensetzung, sowie der Abstand zwischen Brennern und Glas derart zu wählen, daß die Erwärmung homogen erfolgt und Oberflächenbeeinträchtigungen des Glases vermieden werden.

Im folgenden werden einige Ausführungsbeispiele beschrieben, bei denen verschieden gestaltete Grünglasplatten nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gebogen wurden, die die Wirksamkeit der erfindungsgemäßen Maßnahmen belegen:

- Mit 2 Gasbrennerbohrungen versehene Grünglasplatten der Abmessung 280 mm x 509 mm wurden mit diesem Verfahren im Heißraum gebogen: Ein Biegeschenkel von 27 mm Länge wurde um 16° nach oben gebogen ( $\triangle 196^\circ$ ). Der Biegeradius betrug 45 mm.
- Mit 4 Gasbrennerbohrungen versehene Grünglasplatten der Abmessung 590 mm x 509 mm wurden mit diesem Verfahren im Heißraum

gebogen: Länge des Biegeschenkels, Biegewinkel und Biegeradius wie oben.

- Mit 5 Gasbrennerbohrungen versehene Grünglasplatten der Abmessung 801 mm x 511 mm wurden mit diesem Verfahren im Heißraum gebogen: Länge des Biegeschenkels, Biegewinkel und Biegeradius wie oben.
- Mit 2 Gasbrennerbohrungen versehene Grünglasplatten der Abmessung 285 mm x 516 mm wurden mit diesem Verfahren im Heißraum gebogen. Ein Biegeschenkel von 26 mm Länge wurde um  $21^\circ$  nach oben gebogen ( $\Delta 201^\circ$ ). Der Biegeradius betrug 40 mm.
- Grünglasplatten der Abmessung 590 mm x 509 mm wurden mit diesem Verfahren nach oben gebogen. Ein Biegeschenkel von 80 mm Länge wurde um  $45^\circ$  nach oben gebogen ( $\Delta 225^\circ$ ). Der Biegeradius betrug 35 mm.
- Grünglasplatten der Abmessung 801 mm x 509 mm wurden mit diesem Verfahren nach oben gebogen. Ein Biegeschenkel von 100 mm Länge wurde um  $82^\circ$  nach oben gebogen ( $\Delta 262^\circ$ ). Der Biegeradius betrug 23 mm.
- Grünglasplatten der Abmessung 580 mm x 600 mm wurden mit diesem Verfahren nach unten gebogen. Ein Biegeschenkel von 70 mm Länge wurde über einer Form um  $45^\circ$  nach unten gebogen ( $\Delta 135^\circ$ ). Der Biegeradius betrug definiert 25 mm.
- Grünglasplatten der Abmessung 580 mm x 600 mm wurden mit diesem Verfahren nach unten gebogen. Ein Biegeschenkel von 90 mm Länge wurde über einer Form um  $45^\circ$  nach unten gebogen ( $\Delta 135^\circ$ ). Der Biegeradius betrug definiert 40 mm.

Alle gebogenen Platten waren nach dem Biegen spannungsfrei und konnten mit entsprechenden Keramisierungsformen in üblichen Rollenöfen keramisiert werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Biegen von Glaskeramikplatten durch Biegen der zu keramisierenden Grünglasplatten, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Biegeprozeß in einem beheizten Raum durchgeführt wird, dessen Temperatur  $10^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  C über der Transformationstemperatur des Grünglases der zu biegenden Platte liegt, indem die Grünglasplatten dort in mechanischen Wirkkontakt mit einem Formkörper gebracht werden, der auf die Raumtemperatur des Heißraumes temperiert ist sowie durch den geometrische Konturen entsprechend der Biegegeometrie vorgegeben werden, und indem die Biegezone zusätzlich beheizt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Grünglasplatte in der Biegezone von einer Seite zusätzlich beheizt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Grünglasplatte in der Biegezone von beiden Seiten zusätzlich beheizt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zusätzliche Beheizung in der Biegezone durch Gas/Sauerstoff-Brenner erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brenner im Bereich der Biegezone entsprechend der Biegegeometrie bewegt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewegung oszillierend erfolgt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zusätzlich zu den Gas/Sauerstoffbrennern mittels weiterer Wärmequellen, wie Elektrobeheizungen oder fokussierte IR-Strahler, die Biegezone beheizt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Grünglasplatten auf einen als Werkstückträger ausgebildeten Formkörper aufgelegt werden.
9. Vorrichtung zum Biegen von Glaskeramikplatten durch Biegen der zu keramisierenden Grünglasplatten (1), mit einem Werkstückträger (3), der sich in einem Heißraum (2) befindet, dessen Temperatur  $10^{\circ}$  bis  $50^{\circ}$  C über der Transformationstemperatur des Grünglases der zu biegender Platte liegt, sowie der auf diese Heißraumtemperatur temperiert und so ausgebildet ist, daß geometrische Konturen entsprechend der Biegegeometrie vorgebar sind, und mit Wärmequellen (5) zur zusätzlichen Beheizung der Biegezone.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein einteiliger, feststehender Werkstückträger (3) vorgesehen ist, dessen Kontur entsprechend der durchzuführenden Biegung geformt ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein mehrteiliger Werkstückträger vorgesehen ist, der aus mehreren Segmenten (3 a, 3 b) besteht, die zwecks Erzeugung der der Biegung entsprechenden Kontur gegeneinander beweglich angeordnet sind.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Vorgabe eines definierten Biegeradius die Segmente (3 a, 3 b) über einen Abwälzmechanismus (6) mit einem Kreisabschnitt miteinander verbunden sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß den Segmenten (3 a, 3 b) eine NC-Steuerung zugeordnet ist, derart, daß zur Vorgabe eines definierten Biegeradius die Segmente (3 a, 3 b) in den NC-Achsen so verfahrbar sind, wie es den gewünschten Biegungen der Grünglasplatten entspricht.

### **Zusammenfassung**

#### **Verfahren zum Biegen von Glaskeramikplatten und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

Bei den bekannten derartigen Verfahren und Vorrichtungen besteht der Nachteil, daß die zu biegende Grünlasplatte während des Biegeschrittes auf eine Temperatur zwischen  $400^{\circ}\text{C}$  und  $500^{\circ}\text{C}$  abfällt, so daß Spannungen in der Biegezone eingefroren werden können, die zu ungewollten Verbiegungen in der gebogenen Platte führen können.

Um dies zu vermeiden, sieht die Erfindung vor, daß der Biegeprozeß in einem beheizten Raum (2) durchgeführt wird, dessen Temperatur  $10^{\circ}$  bis  $50^{\circ}\text{C}$  über der Transformationstemperatur des Grünlasses der zu biegenden Platte liegt, indem die Grünlasplatten (1) dort in mechanischen Wirkkontakt mit einem als Werkstückträger (3) ausgebildeten Formkörper gebracht werden, der auf die Raumtemperatur des Heißraumes (2) temperiert ist sowie durch den geometrische Konturen entsprechend der Biegegeometrie vorgegeben werden, und indem die Biegezone (1 c) mittels weiterer Wärmequellen (5) zusätzlich beheizt wird.

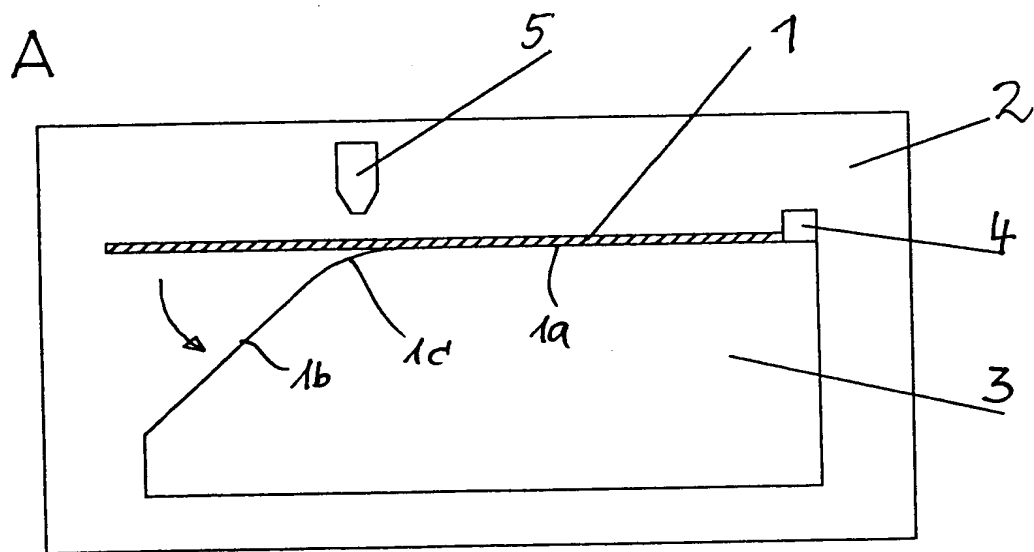
(Fig. 1 A)



06.07.01

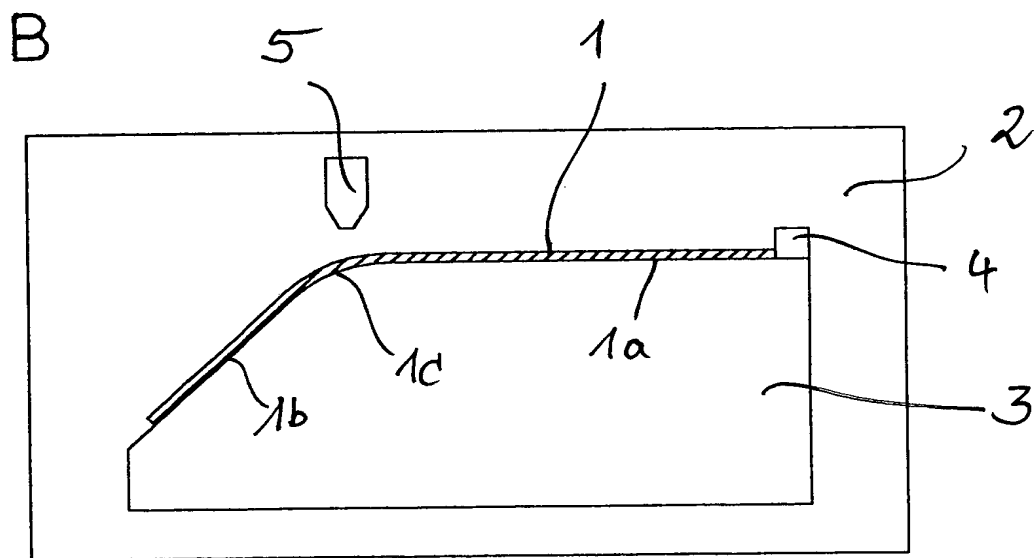
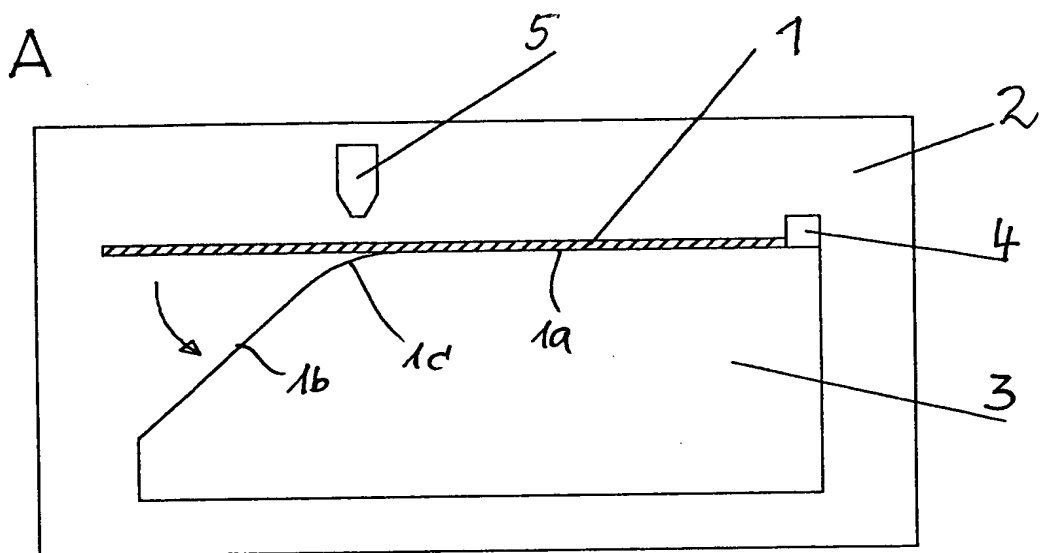
Zusammenfassung

FIG.1



08.07.01

FIG.1



08.07.01

FIG. 2

